

Dizajn, istraživanje i razvoj kolekcije ženskih cipela visokih potpetica primjenom 3D ispisa od polilaktida

– 1. dio: Istraživanje dizajnerskih principa

Design, research and development of a collection of women's high-heeled shoes using polylactide 3D printing

– Part 1: Exploration of design principles

Znanstveni rad / Scientific Paper

Sara Stojko ¹, Suzana Kutnjak-Mravlinčić ^{2,*}, Tea Krišković ¹

¹ Tvornica Ivančica d.d., 42240, Ivanec, Hrvatska

²Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Studijska jedinica Varaždin, Hallerova aleja 6a, 42 000, Varaždin, Hrvatska

* Correspondence: suzana.kutnjak-mravlincic@ttf.unizg.hr

Sažetak

Industrija obuće kontinuirano se razvija, a održivost i integracija digitalnih tehnologija nameću se kao ključni trendovi. Aditivna proizvodnja, nazvana 3D ispis, prednjači kao napredna tehnologija koja donosi značajne promjene u procesima dizajna i izrade obuće. Rad prikazuje razvoj autorske kolekcije avangardnih ženskih cipela primjenom 3D ispisa visokih potpetica od polilaktida (PLA) postupkom taložnog očvršćivanja (engl. Fused Deposition Modeling – FDM) na stolnom 3D pisaču. U ovom, prvom djelu rada, prikazano je dizajnersko osmišljavanje autorske kolekcije ženskih cipela visokih potpetica. Kolekcija postavlja tehnologiju i čovjeka u sinergiju kroz stilizaciju ljudskih organa na modelu ženske salonke cipele. Eksperimentalni dio prikazuje prvi dio razvoja prototipa ženskih cipela primjenom digitalnih alata, od koncept dizajna, idejnih rješenja, razrade odabranih idejnih rješenja za realizaciju po boji, odabira materijala, do projektnih crteža.

Ključne riječi: taložno očvršćivanje; 3D ispis; dizajn obuće; koncept dizajn; projektni crtež

Abstract

The footwear industry is constantly evolving, with sustainability and the integration of digital technologies among the most important trends. Additive manufacturing, popularly known as 3D printing, is an advanced technology that is significantly changing the design and manufacturing process of footwear. The paper shows the development of the author's avant-garde women's shoe collection using 3D printed high heels made of polylactide (PLA) in a fused deposition modeling (FDM) process on a desktop 3D printer. In this first part of the work, the design of the author's women's shoe collection is presented. The collection brings technology and man into synergy through the stylization of human organs on the model of a woman's shoe. The experimental part shows the first part of the development of the prototype of women's shoes using digital tools, from concept design, conceptual solutions, elaboration of selected conceptual solutions for realization through color, selection of materials, to project drawings.

Keywords: fused deposition modeling; 3D printing; shoes design; concept design; project drawing

1. Uvod

Postizanje održivosti i integracija digitalnih tehnologija ključni su trendovi u sektoru obuće, pri čemu se ističe aditivna proizvodnja (e. Additive Manufacturing - AM) kao napredna tehnologija koja značajno transformira proces razvoja i proizvodnje obuće. Stalni porast mnogobrojnih modela obuće na tržištu raznih vrsta, tipova i trendova iziskuje inovativna i brza rješenja, a upravo aditivna proizvodnja omogućuje ispunjavanje zadovoljenja tih zahtjeva. Jedna od prednosti aditivne proizvodnje je izrada tvorevina u kratkom vremenskom roku izravno iz računalnog modela (e. Computer Aided Design - CAD) na uređaju bez potrebe za dodatnim alatima. Postoje različiti načini proizvodnje aditivnim postupcima, no svi se temelje na izradi tvorevine dodavanjem materijala - sloj na sloj što omogućuje izradu kompleksnih geometrijskih oblika [1, 2]. Aditivni postupci u

proizvodnji obuće omogućuju brzu i jednostavnu izradu prototipa te malih serija proizvoda, uključujući personalizirane modele. Ova tehnologija znatno skraćuje vrijeme i troškove potrebne za razvoj novih modela, što je posebno važno u današnjem dinamičnom tržištu obuće, koje zahtijeva brza i inovativna rješenja. Umjesto tradicionalnih metoda, koje često uključuju izradu skupih i dugotrajnih prototipova, 3D ispis omogućava dizajnerima brzo testiranje kreativnih ideja i/ili dizajnerskih rješenja [3]. Osim brzine, aditivni postupci nude i veću fleksibilnost u oblikovanju, omogućujući izradu kompleksnih geometrijskih oblika koje je teško ili nemoguće postići tradicionalnim metodama. To je posebno vidljivo u izradi potpetica, gdje 3D ispis otvara nove mogućnosti za kreativno oblikovanje i personalizaciju. Planiranje primjene 3D ispisa u realizaciji prototipa salonke cipela omogućuje autoru ostvarivanje umjetničke vizije u realizaciji prototipa s nekonvencionalnim i kompleksnim oblicima, što bi bilo izuzetno teško

postići tradicionalnim metodama.

Dizajn je razrada i stvaranje novih produkata, koji mogu biti ideje, interakcije, informacije, predmeti, fontovi, knjige, plakati, proizvodi, mjesta, znakovi, sustavi, usluge, namještaj, web stranice i drugo. Dizajneri zamišljaju i istražuju, koriste svoje sposobnosti i vještine u suradnji s drugima, žele stvarati ideje i napraviti razliku postojećeg. Dizajn je prisutan u svim granama pa tako i u proizvodnji obuće. Dizajneri obuće su odgovorni za izgled, tip modela, boju i uzorke koji će se izraditi kao gotov proizvod i koji će se naći na policama trgovina obuće. No sam proces dizajniranja zahtijeva balans između stvaralačke i umjetničke inspiracije te pozornosti posvećene udobnosti obuće, učinkovitosti odabranih materijala, konstrukcijskim i tehnološkim mogućnostima izrade obuće i drugo [4]. Dizajner je samo jedan u timu stručnjaka zaduženih za proces razvoja i izrade obuće, posebice prilikom dizajniranja određenog produkta prema zahtjevima klijenta ili tvrtke ili projekta. Proces dizajniranja obuće započinje inspiracijom i idejom, istraživanjem odabranog poticaja ili ideje, te prikupljanjem podataka. Nakon analize i sinteze prikupljenih podataka započinje proces dizajniranja izradom skica na kojima se eksperimentira oblicima, materijalima, teksturama i bojama te povezuju sa samom idejom primijenjenom na željeni produkt [4,5].

Suvremeni dizajneri suočeni su s mnogim izazovima, ali i prilikama. Razvoj digitalnih tehnologija omogućuje primjenu naprednih alata za vizualizaciju i modeliranje, što otvara nove mogućnosti i ubrza proces dizajniranja i razvoja. Cijeli postupak osmišljavanja kolekcije Garbody 4.0; od koncept dizajna, izrade idejnih rješenja, razrade modela po boji do projektnih crteža odabranih modela za izradu prototipa, proveden je primjenom digitalnih alata u vektorskom programu za stvaranje grafike Inkscape.

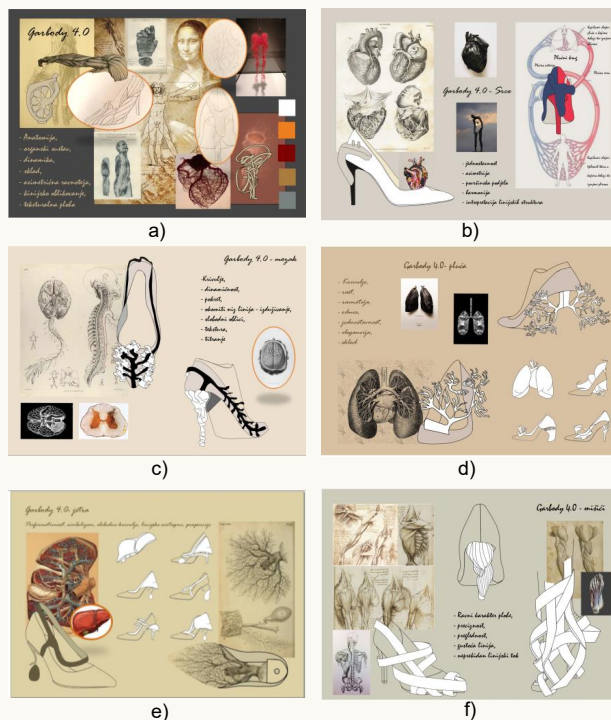
2. Eksperimentalni dio

U eksperimentalnom dijelu rada prikazane su faze razvoja autorske mini kolekcije ženskih avangardnih cipela primjenom digitalnih alata i tehnologija, s naglaskom na istraživački pristup u procesu dizajniranja. Opisan je i vizualno dokumentiran postupak dizajniranja kolekcije ženskih salonka cipela od koncept dizajna, razrade idejnih rješenja, odabira materijala po boji i svojstvima za izradu gornjišta cipela i potpetica do projektnih crteža s tehnološkim uputama za izradu.

2.1. Dizajniranje kolekcije ženskih salonka cipela "Garbody - 4.0" – koncept dizajn

Početna faza razvoja kolekcije je prikupljanje ideja u vidu koncept dizajna koji prikazuje dizajnersko promišljanje o inspiraciji te idejno osmišljavanje i vizije budućeg proizvoda. Naziv kolekcije ženskih salonka cipela "Garbody - 4.0" nastao je prema autorovom pristupu problematiki koju kolekcija iznosi objedinjujući riječ smeće (eng. garbage) i tijelo (eng. body). Terminom Garbody promišlja se o odnosu suvremenog čovjeka prema samome sebi, prirodi i svemu što ga okružuje. Dodatak "4.0" referira na četvrtu industrijsku revoluciju, no ovdje nosi drugačiju simboliku: upućuje na potrebu za duhovnom revolucijom, osobito u kontekstu rasta svijesti pojedinca i društva te traženjem novih vrijednosti koje odgovaraju izazovima današnjice. Koncept dizajna kolekcije „Garbody 4.0“ (slika 1a) temelji se na inspiraciji ljudskim organima, čija struktura simbolizira složenost i harmoniju tijela. Izbor salonke kao dominantnog modela u dizajniranju kolekcije ženskih cipela dodatno potencira ovaj kontrast, jer jednostavne linije i elegancija klasičnih salonki čine idealan okvir za isticanje bogate složenosti ljudskog organizma.

Radovi inspirirani opisanom idejom rađeni su u računalnom vektorskom programu Inkscape. Digitalne vještine rada u računalnim programima za stvaranje grafike ili crtanje spadaju u neophodna znanja suvremenih dizajnera. Omogućuju brže vrijeme izrade, jednostavne i brze korekcije te zorne vizualne prezentacije.

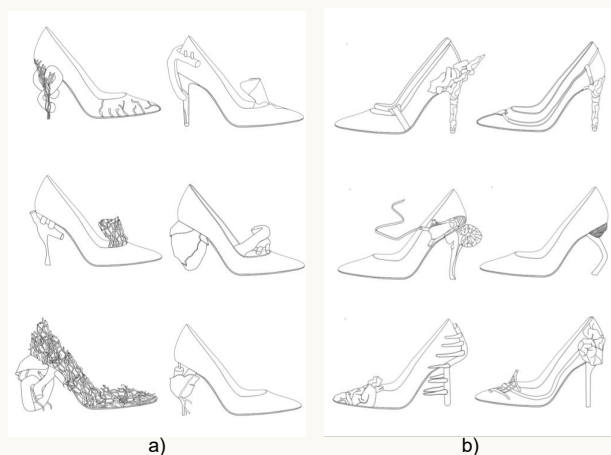


Slika 1. Koncept dizajn kolekcije ženskih cipela „Garbody 4.0“: a) temeljni b) srce c) mozak d) pluća e) jetra i f) mišići.

Osmišljeni su i pojedinačni koncepti inspirirani pojedinim ljudskim organima: srce, mozak, pluća, jetra i mišići (slika 1b-f), koji kao poticaj sadrže i crteže Leonarda da Vincia izložene na izložbi naziva Leonardo da Vinci: Mehanika čovjeka u Queen's Galleryju u Edinburghu 2013. godine.

2.2. Izrada idejnih rješenja ženskih cipela

Nakon vizualizacije idejnog koncept dizajna slijedi sinteza prikupljenih informacija i izrada idejnih rješenja ženskih salonka cipela s fokusom na nekoliko glavnih smjernica kojima se želi dočarati ideja, pročistiti kompozicija te stvoriti ravnotežu. U ovoj fazi razvoja finalizira se dizajn budućeg proizvoda, a tijekom izrade idejnih rješenja dizajneri često istražuju aktualne modne trendove, s ciljem provjere originalnosti osmišljenih idejnih rješenja. Na slici 2 prikazana su idejna rješenja inspirirana koncept dizajnom „Garbody 4.0 - srce“ i „Garbody 4.0 - mozak“.



Slika 2. Idejna rješenja ženskih salonka cipela inspirirana koncept dizajnom: a) „Garbody 4.0 - srce“ i b) „Garbody 4.0 – mozak“

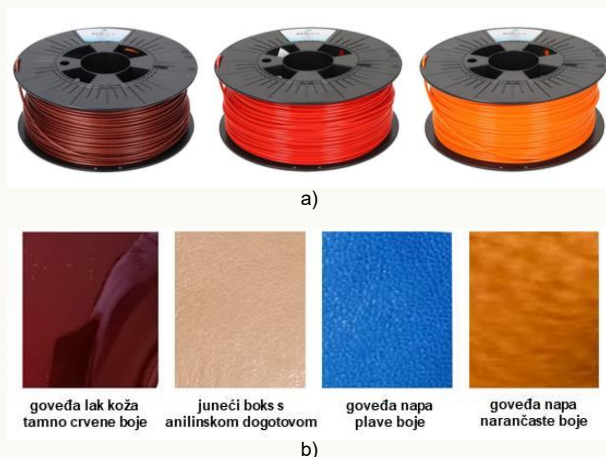
Odabrana su dva idejna rješenja koja zadovoljavaju estetske, tehnološke te anatomske uvjete za izradu prototipa, te se pristupilo razradi modela po boji kako bi se dobila što jasnija predodžba o izgledu konačnog proizvoda (slika 3).



Slika 3. Razrada odabranih idejnih rješenja po boji: a) „Garbody 4.0 - srce“ i b) „Garbody 4.0 – mozak“

2.3. Materijali za realizaciju prototipova ženskih salonka cipela

Odabir materijala diktira osim estetskog čimbenika i kvalitetu, udobnost te izgled obuće stoga je ovo jedan od najvažnijih procesa dizajniranja i razvoja budućeg proizvoda. Proces započinje odabirom dostupnih boja polimera PLA koji će se primijeniti za izradu visokih potpetica postupkom 3D ispisa na stolnom 3D pisaču. Na tržištu postoji široka ponuda PLA polimera različitih boja i efekata, no cjenovno su, uz akromatske, najpristupačniji polimeri primarnih i sekundarnih boja. Prema razrađenim idejnim rješenjima izabrani su PLA polimeri jarko crvene, tamno crvene s "gliter" efektom i narančaste boje (slika 4a). Za izradu gornjišta salonka cipela planirana je koža, kao tradicionalni i još uvijek najcjepjeniji materijal u obućarstvu. Karakteristike koje kožu čine idealnim za izradu obuće su izdržljivost, fleksibilnost i prozračnost. U skladu s izabranim bojama PLA polimera birani su najsličniji odnosno najprikladniji uzorci kože. Odabrana je goveđa napa, goveđa koža s lak dogotovom i juneći boks, štavljen kromom, za koju je karakteristično da daje najpodatnije i fine kože. Uzorci kože različitih po boji, teksturi i vrsti, za oba prototipa prikazani su na slici 4b.



Slika 4. Uzorci primijenjenih materijala: a) PLA polimeri tamno crvene boje s gliter efektom, crveni i narančasti za potpetice i b) uzorci kože za izradu gornjišta salonka cipela.

2.4. Razrada idejnih rješenja za realizaciju prototipa

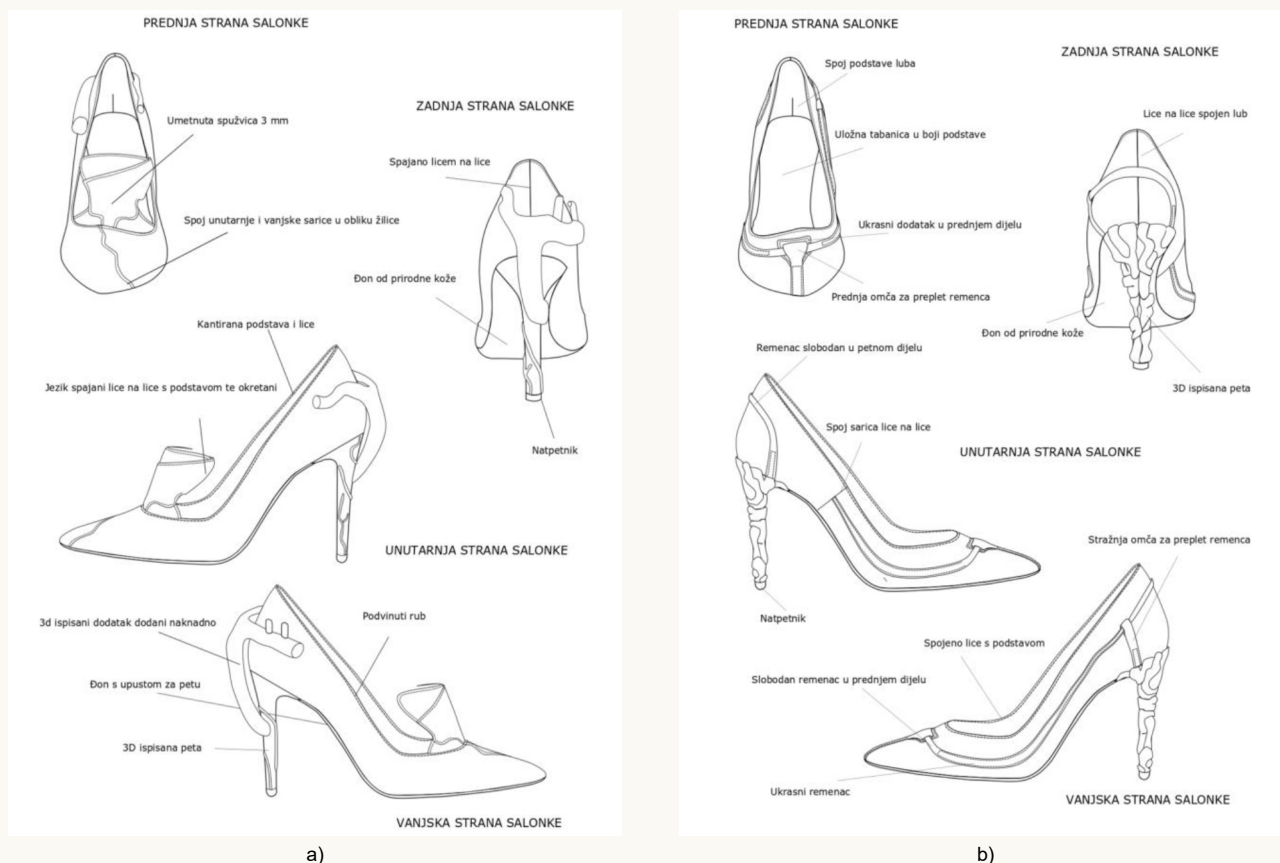
Odabranim bojama materijala za realizaciju prototipa primijenjena je i simbolika djelovanja boja povezana s inspiracijom i idejnim dizajn konceptom. Kod modela „Garbody 4.0 – srce“ crvena boja vanjskog dijela simbolizira snagu, dinamiku te moć čovjekovog tijela dok boja kože, smiruje kompoziciju, prikazuje zemljanu boju, balans, povezanost s prirodom te samim sobom. Kombinacija narančaste boje i njoj komplementarna plava u modelu „Garbody 4.0 – mozak“ odabrana je kako bi se dočarala kompleksnost i energija mozga, simbolizirajući veselje, dinamiku i energiju dok smeđa boja uravnotežuje kompoziciju i dodaje element prirodnosti. Vizualizacija odabranih idejnih rješenja za izradu prototipa salonka cipela, u skladu s odabranim materijalima, vidljiva je na modnim crtežima (slika 5) koji prikazuju vanjske i unutrašnje strane ženskih cipela.

Slika 5a prikazuju salonke s potpeticom koja stilizirano predstavlja cirkulaciju krvi kroz srce, dok gornjište cipele podijeljeno na dva dijela, simbolizira desnu i lijevu klijetku srca. Reljefna potpetica prototipa broj 2 (slika 5b) predstavlja asimetrične polutke mozga, dok gornjište simbolizira leđnu moždinu kao glavni komunikacijski put između mozga i tijela. Modni crteži predstavljaju spoj umjetničke vizije, znanja o tehnološkim i konstrukcijskim zahtjevima izrade gornjišta obuće te razumijevanje mogućnosti primjene 3D ispisa u izradi visokih potpetica cipela. Ujedno su i polazište za daljnji proces razvoja modela i pripreme za realizaciju prototipa.



Slika 5. Modni crteži: a) prototip 1 i b) prototip 2

Temeljem razrađenih idejnih rješenja pristupa se izradi projektnih crteža. Projektni crtež je precizan crtež modela s definiranim svim elementima: forma, linije kroja, načini spajanja, materijal (glavni, pomoćni) iz minimalno tri pogleda [5]. Slike 6a i 6b prikazuju projektne crteže iz četiri pogleda s tehničko-tehnološkim uputama za izradu. Definirane tehnološke upute značajne su za proces modeliranja i konstruiranja kako bi se znalo na kojim mjestima dodati propisani upust, gdje se nalaze šavovi za tehnološke oznake, mjesto sastava materijala, način obrade ruba, označeni ukrasni šavovi itd.



Slika 6. Projektni crteži ženskih salonka cipela: a) prototip 1 „Garbody 4.0 - srce“ i b) prototip 2 „Garbody 4.0 - mozak“

3. Zaključak

U ovom radu prikazani su rezultati istraživanja mogućnosti primjene digitalnih alata u procesu dizajniranja i razvoja prototipa obuće. Kolekcija ženskih salonki izražava osobno promišljanje o odnosu čovjeka prema sebi i prirodnom svijetu. U vremenu kada su tuđa mišljenja nametnuta kroz medije, iskonski način razmišljanja ostaje neiskorišten i sve više potisnut. Gubi se povezanost s onim što nas

istinski raduje, dok prihvaćamo ono što nam se nameće kao poželjno. Dizajnerska rješenja kolekcije ženskih cipela s visokim potpeticama simbol je buđenja – iskra koja potiče prihvaćanje i razumijevanje vlastitog tijela. U tome važnu ulogu ima primjena suvremenih tehnologija, koje omogućuju preciznu i dojmljivu vizualizaciju autorskog koncepta i dizajna.

Literatura

- [1] Godec D. et al.: A Guide to Additive Manufacturing, Introduction to Additive Manufacturing, Springer Cham 2022, 1-43
- [2] Cifolilli A., Muscio A.: Industry 4.0: national and regional comparative advantages in key enabling technologies, European Planning Studies 26 (2018.) 12, 2323-2343
- [3] Jandyal A. et al.: 3D printing - A review of processes, materials and applications in industry 4.0, Sustainable Operations and Computers 3 (2022.) 33-42
- [4] Choklat A.: Footwear design, Laurence King Publishing, 2012
- [5] Wade Motawi: How shoes are made: A Behind the Scenes Look at a Real Sneaker Factory, Wade Motawi, 2017